〈論 文〉

韓國主要地點에 대한 確率降雨量과 觀測最大降雨量의 確率分析

Probability Characteristics of Probable Rainfall and Recorded Maximum Rainfall in Korea

鄭 緩*
Jeong, Mahn
李 正 圭**
Lee, Jong-Kyu

Abstract

The characteristics of point rainfall for three different durations in Seoul Pusan Taegu and Gwangju have been analysed by the probabilistic rainfall method and the M-year maximum rainfall method.

The probabilities that the T-year probabilistic rainfall did not occur during the observation period, compared with the values obtained from the observed data, were smaller than the theoretical values.

The averages of the probabilities that the M-year maximum-ten-minute rainfall did not occur in the consequent N-years were larger than the theoretical values, the M-year maximum--one hour rainfall were smaller than the theoretical ones, and the M-year maximum daily rainfall nearly agreed with them, and while those of Japan were smaller than the theoretical values.

It is recommended from the results that the recorded maximum value should be used as a design value rather than the probabilistic rainfall.

要 旨

우리나라의 주요 도시 서울, 부산, 대구, 광주의 지점강우량에 대하여 確率的인 方法과 M年最大値法에 의하여 그 特性이 해석되었으며 일본의 해석결과와도 비교되었다.

本 硏究에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

T年確率降雨가 N年동안에 발생하지 않은 확률은 관측치로부터 분석된 값과 비교하여 볼 때 理論値보다 작았으며 日本의 결과보다는 컸다.

M年 10分최대치가 N年동안에 발생하지 않은 確率의 평균치는 理論値보다 컸으며 M年 1時間최대치는 理論値보다 작았고 M年 1日최대치는 理論値와 거의 一致했으며 日本의 경우는 이론치보다 작았다.

上記 結果에 의하여 確率的인 면에서 본다면 M年最大강우를 設計量으로 택하는 것이 T年確率강우보다 安全側이라고 생각된다.

* 군산실업전문대학 전임강사
** 한양대학교 공과대학 부교수

Ⅰ. 緖 論

물은 人類의 歷史가 시작되면서 人間과는 不可分의 關係를 가져왔으며 生活水準의 向上과 文明이 發達됨에 따라 물의 需要는 급격히 增加되었고 自然河川水만으로는 그 需要量을 따를 수가 없어 自由材이던 물은 經濟材로 變換되었고 물에 關한 世界人類의 관심이 오늘날과 같이 高潮된 時代는 일찌기 없었던 것 같다. 따라서 貯水池, Dam과 같은 大規模의 貯水施設의 築造와 더불어 計劃洪水量에 대한 水工構造物의 安全性은 가장 중요한 問題의 하나로 擡頭되었다.

水工構造物을 設計하는데 있어서 가장 중요한 것 중의 하나는 計劃洪水量이라 할수 있을 것이다. 그러나 大部分의 增遇 洪水量의 實測資料가 充分하지 않고 더우기 計劃洪水量에 대해서는 實測記錄이 없는 것이 보통이다. 따라서 大部分의 水工計劃에 있어서는 降雨量의 觀測記錄으로 부터 間接的으로 計劃洪水流量을 算定하고 있다. 그런데 이와같은 降雨나 洪水등의 水文量은 自然界에 있어서 物理的 因子와 確率的 因子에 支配되는 量이며 水文量은 이들 諸因子의 結合作用에 依해 發生되는 것이라고 말할 수 있다[1]. 그러나 水文現象을 支配하는 모든 因子들의 影響을 究明한다는 것은 거의 不可能하기 때문에 過去에는 주로 經驗에 基礎를 두었던 水文學은 1930年代 以後 Linsley, [2~4] Chow,[5] Yarnell[5]이 降雨의 頻度解析을 통하여 水文量에 確率的인 개념을 導入하면서부터 本格的인 硏究가 시작되었다.

우리나라에서도 1960年代 以後 各 地域別 降雨特性解析에 確率理論을 應用한 硏究論文[6),7)]이 發表되면서 確率降雨量算定, 確率降雨强度式의 유도 및 特性에 관한 硏究論文[8~10]이 發表 되었다. 1970年代 以後로는 適正降雨分布型의 設定을 위하여 統計分布를 適用하여 檢討하던가 Simulation解析等 電子計算機의 利用이 活發하게 된 硏究論文[11~17]들이 發表되었다.

前述한 바와 같이 國內外의 硏究는 주로 發生된 水文量(觀測記錄)을 基本資料로 하여 水文現象의 確率特性을 究明하는데 많은 노력을 하여 왔다.

一般的으로 水工構造物을 設計하는데 設計量으로 T年確率降雨量을 採擇하고 있으나 이러한 確率降雨量은 實際의 自然現象에 있어서 發生確率을 入證하기 어려운 弱點을 가지고 있으며, 또한 T年동안은 設計量을 초과하는 降雨가 發生하지 않고 安全하다고 말할 수는 없을 것이다.

따라서 本硏究는 降雨의 確率的인 관점에서 우리나라 主要 4個都市의 降雨資料에 依하여 水工構造物을 設計할때 T年確率降雨量을 設計量으로 採擇한 境遇 N年間 安全일 確率과 M年間 最大降雨量을 設計量으로 採擇한 境遇 N年間 安全일 確率을 究明하여 理論値와 實測値를 比較分析하고 日本 및 全州의 硏究結果와도 比較하여 보고자 한다.

Ⅱ. 確率降雨量과 M年間 最大値의 特性

1. 確率降雨量 特性

水工構造物計劃을 樹立함에 있어서 상당히 큰 流量으로 計劃했다 할지라도 그것을 초과할 수 있는 洪水量은 항상 存在한다고 할 수 있을 것이다.

一般的으로 再現期間 T年 以上의 確率降雨가 N年間에 한번도 發生하지 않을 確率 P는 N가 比較的 크다고 할 때는 다음과 같이 表示할 수 있다[1].

$$P=(1-\frac{1}{T})^{N}\fallingdotseq e^{-N/T} \quad \cdots\cdots(1)$$

단, $\frac{1}{T}<1$

(1)式에서 T=N 일때

$P=e^{-1}\fallingdotseq 0.37$; N年 以上의 降雨가 N年間에 한번도 發生하지 않을 確率.

$T=5N$ 일때

$P_5=e^{-0.2}\fallingdotseq 0.82$; $5N$年 以上의 降雨가 N年間에 한번도 發生하지 않을 確率.

$T=10N$ 일때

$P_{10}=e^{-0.1}\fallingdotseq 0.90$; $10N$年 以上의 降雨가 N年間에 한번도 發生하지 않을 確率.

以上과 같이 하여 (1)式으로 부터 여러 期間 T에 대한 計算結果 確率 P는 表-1과 같다.

〈表-1〉 T年 以上의 確率降雨가 N年間에 發生하지 않을 確率.

T	$T=N$	$T=5N$	$T=10N$	$T=25N$	$T=100N$
P	0.37	0.82	0.90	0.95	0.99

2. M年間의 最大値의 特性

水工構造物計劃中 計劃洪水量을 결정할 때 降雨量을 使用하는 경우 종종 過去 M年間 觀測値의 最大値는 重要한 意味를 가진다고 말할 수 있다. 그러나 이 값은 旣往의 最大値에 不過할 뿐 確率的으로 어떤 意味를 가지고 있는가에 대하여는 전혀 別個의 問題이다. 即 이 값 以上의 降雨가 앞으로는 絶對로 發生하지 않는다고 말할 수는 없다. 그렇지만 現實的 問題로 볼 때 旣往發生한 降雨는 적어도 어떤 基準이 될 수 있는 重要한 값이라고 할 수 있을 것이다.

여기서 M年間의 最大値를 設計値로 取한 경우 N年

間 安全일 確率에 對하여 M年間 最大値가 가지고 있는 特性을 求하여 본다[1].

過去 M年間의 最大値를 計劃量으로 取한 경우 장래 어느 정도의 期間은 이 값을 초과하는 값이 發生하지 않고 安全할 것인가? 여기서 C를 어떤 年의 M年間 最大値에 대한 超過確率 即 어느年의 降雨量이 計劃降雨量을 넘는 超過確率이고 壽命은 計劃降雨量을 超過하는 降雨가 發生하기 까지의 年數라고 定義한다. C의 값은 0에서 1까지 일정한 確率分布를 가진다고 하면 M年間의 最大降雨量을 計劃降雨量으로 한 경우 이 값이 N年間의 壽命일 確準 X를 구하면 다음 式과 같다[1].

$$X=\int_0^1(1-C)^{N-1}\cdot C\cdot M\cdot(1-C)^{M-1}dC$$

$$=\frac{M}{(M+N-1)(M+N)}\cdots\cdots(2)$$

한편 X가 적어도 N年間은 가질 壽命의 期待値 L은 M가 비교적 크다고 하여 $N=M$라 하면

$$L=\sum_{N=M}^{\infty}\frac{M}{(M+N+1)(M+N)}$$

$$=\sum_{N=M}^{\infty}\frac{1}{(1+\frac{N}{M}-\frac{1}{M})(1+\frac{N}{M})}\cdot\frac{1}{M}$$

$$\fallingdotseq\sum_{N=M}^{\infty}\frac{1}{(1+\frac{N}{M})^2}\cdot\frac{1}{M}$$

여기서 $N=M+Z$라고 놓으면

$$L=\sum_{N=M}^{\infty}\frac{1}{(1+\frac{M+Z}{M})^2}\cdot\frac{1}{M}$$

$$=\sum_{z=0}^{\infty}\frac{1}{(2+\frac{z}{M})^2}\cdot\frac{1}{M}$$

$$=\int_0^{\infty}\frac{1}{(2+\frac{z}{M})^2}\cdot\frac{1}{M}\cdot dz$$

위 式에서 $y=z/M$라고 놓으면

$$L_1=\int_0^{\infty}\frac{1}{(2+y)^2}dy=0.5$$

$M=5N$ 일때

$$L_5=\int_0^{\infty}\frac{1}{(1.2+y)^2}dy\fallingdotseq0.83$$

以上과 같이하여 $M=100N$까지의 計算結果는 表-2와 같다.

〈表-2〉 N年間 最大値가 N年間에 發生하지 않을 確率.

M	$M=N$	$M=5N$	$M=10N$	$M=20N$	$M=100N$
L	0.50	0.83	0.91	0.95	0.99

Ⅲ. 實測資料에 對한 分析

1. 資料의 蒐集

중앙관상대 觀測記錄에서 각 지점의 持續期間別 年最大値 降雨量을 採擇하였으며 蒐集된 資料는 表-3과 같다.

2. 確率降雨量의 算定

水文計劃에서 確率降雨量을 必要로 하는 緣由는 偶發的인 自然의 異常現象으로 부터 水工構造物의 破損을 事前에 防止코자 하며, 또한 經濟的으로 活用코자 함에 있는 것이니 自然的으로 各己 構造物의 安全限界를 定할 必要性이 생기며 그 한계에 對한 水文量의 決定이 重要視되는 것이다. 이와같은 水文量의 決定은 觀測資料의 年間最大値等을 蒐集하여 確率理論을 適用하여 구하게 되며 이것을 確率降雨量이라 부른다.

〈表 3〉 持續期間別觀測資料

자료의 종류 \ 관측년 \ 지점	서울			부산		대구		광주	
	관측기관	통계년수	결측년	관측기간	통계년수	관측기관	통계년수	관측기간	통계년수
년최대 10분강우량	1973~1979	39년	1950 1951 1952 1953	1937~1979	43년	1937~1979	43년	1940~1979	40년
년최대 1시간강우량	1914~1979	63년	1951 1952 1953	1914~1979	66년	1916~1979	64년	1940~1979	40년
년최대 1일 강우량	1907~1979	70년	1951 1952 1953	1904~1979	76년	1907~1979	73년	1939~1979	41년

Chow[18]는 確率降雨量을 算定하는 一般式으로서 다음과 같은 式을 提案하였다.

$$X=\bar{X}+K\cdot\sigma_y \quad \cdots\cdots(3)$$

X : 確率降雨量

$\bar{X}$: 蒐集된 資料의 平均値.

σ_x : 蒐集된 資料의 標準偏差

K : 頻度係數

한편 表-3에서 우리나라 4個地點의 降雨持續期間別 資料集團의 最適分布型은 李元煥敎授[20]에 의하여 表-4와 같이 分布하는 것으로 알려졌다.

따라서 式(3)과 表-4에 依據하여 確率降雨量을 計算[19,21]하였으며 여기에서 K는 正規分布의 頻度係數[20]를 使用하였다. 確率降雨量 計算結果中 서울의 年最大日確率降雨量은 表-5와 같다.

〈表 4〉 各地點의 降雨持續期間別最適分布型

지점 / 강우지속기간	서울	부산	대구	광주
년최대 10분강우량	log	$\sqrt[3]{\ }$	$\sqrt[5]{\ }$	×
년최대 1시간강우량	log	×	$\sqrt{\ }$	$\sqrt{\ }$
년최대 1일강우량	$\sqrt[3]{\ }$	log	log	log

×：標準正規分布　$\sqrt[3]{\ }$：立方根正規分布
log：對數正規分布　$\sqrt[5]{\ }$：5乘根正規分布
$\sqrt{\ }$：平方根正規分布

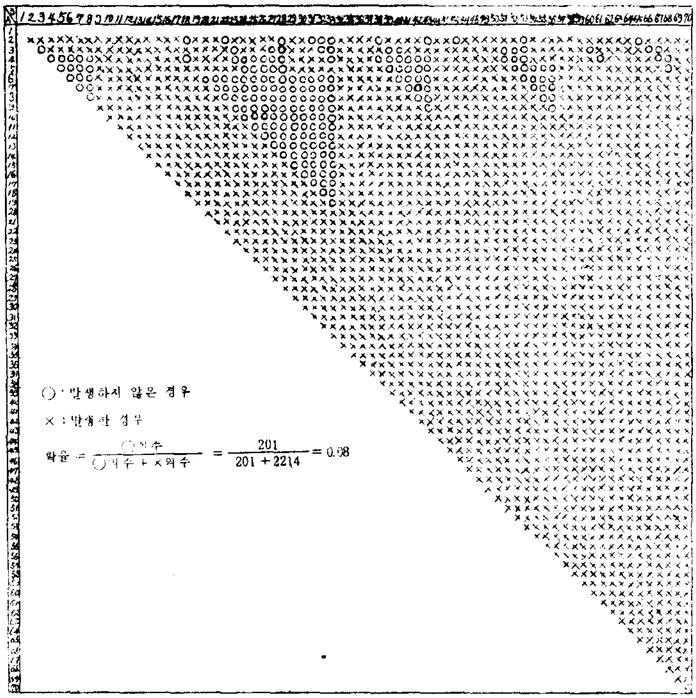
〈表 5〉 年最大 日確率降雨量(서울)

확률년	확률강우량(mm)	확률년	확률강우량(mm)
2	126.89	21	230.42
3	149.76	22	232.08
4	166.32	23	233.64
5	173.99	24	235.18
6	182.06	25	236.62
7	188.36	26	238.01
8	193.83	27	239.42
9	198.58	28	240.61
10	202.70	29	241.83
11	206.41	30	242.99
12	209.75	31	244.11
13	212.78	32	245.22
14	215.57	33	246.32
15	218.13	34	247.31
16	220.52	35	248.35
17	222.76	36	249.28
18	224.81	37	250.23
19	226.81	38	251.13
20	228.65	39	252.02
40	252.95	59	265.92
41	253.71	60	266.48
42	254.57	61	267.03
43	255.37	62	267.57
44	256.12	63	268.03
45	256.89	64	268.63
46	257.60	65	269.13
47	258.36	66	269.63
48	259.06	67	270.13
49	259.75	68	270.61
50	260.39	69	271.09
51	261.06	70	271.56
52	261.70	75	273.82
53	262.38	80	275.93
54	262.99	85	277.86
55	263.59	90	279.74
56	264.18	95	281.50
57	264.78	100	283.15
58	265.37		

〈表 6〉 年最大日降雨量(서울)

No.	最大降雨 (mm)	No.	最大降雨 (mm)	No.	最大降雨 (mm)
1	82.7	25	149.1	49	145.3
2	140.9	26	143.0	50	101.9
3	54.1	27	125.2	51	135.3
4	153.5	28	97.2	52	103.1
5	47.9	29	179.3	53	74.7
6	165.5	30	125.8	54	169.2
7	68.5	31	101.0	55	126.0
8	153.1	32	89.8	56	144.9
9	254.1	33	54.6	57	226.3
10	175.3	34	283.9	58	96.2
11	87.6	35	94.3	59	149.3
12	150.6	36	165.4	60	122.3
13	147.9	37	48.3	61	164.8
14	354.7	38	69.2	62	188.6
15	128.5	39	147.1	63	273.2
16	150.4	40	117.2	64	61.2
17	119.2	41	159.4	65	84.3
18	69.7	42	114.9	66	130.5
19	185.1	43	58.5	67	96.2
20	153.4	44	244.5	68	155.8
21	121.7	45	126.0	69	194.6
22	99.3	46	122.2	70	92.0
23	126.9	47	219.9		
24	150.1	48	153.2		

〈表 7〉 T年 確率降雨 以上의 値가 實際의 降雨資料에 對하여 발생하지 않은 確率을 구하는 適用方法(서울 年最大日降雨)



註 : A란은 確率年, B란은 觀測開始年을 1로하여 以後年代順으로 붙인 番號.

3. T年 確率降雨以上의 값이 觀測期間內에 발생하지 않을 確率.

T年 確率降雨에 대하여 觀測値로 부터 발생하지 않을 確率을 구하는 方法을 서울의 경우를 例로 들어 설명하면 다음과 같다.

表-6은 1907~1979(73年間)에 서울 지방의 年最大日降雨量을 年代順으로 No. 1, No. 2, No. 3, …와 같이 番號를 붙인 觀測資料이다.

먼저 $T=N$, 即 N年以上의 降雨가 N年間에 發生하지 않는 確率을 구하여 보자. 表-7의 A란은 確率年이고, 確率計算에 依하여 구한 確率降雨의 再現期間 T를 表示하고 B란은 觀測開始年을 1로 하여 以後 年代順으로 資料에 番號를 붙인 것이다. 여기서 1年確率降雨量은 없기 때문에 A란의 再現期間 1年의 경우는 전부 공백으로 되어 있다. 따라서 처음에 2年 確率降雨로부터 始作하여 前述한 要領대로 붙인 降雨의 番號 No. 1과 No. 2의 値中 큰쪽의 値가 2年 確率降雨量을 超過하는가 않는가, 即 발생하고 있는가 아닌가를 조사한다. 例를 들면 이 경우는 表-6의 觀測値로 부터 82.7 mm와 140.9mm中 큰쪽인 140.9mm와 表-5의 2年確率降雨量 126.89mm와 비교하여 보면 발생하였기 때문에 表-7의 A란의 2와 B란의 2의 교차점에 X를 한다. 以下 똑같은 方法으로 A란의 2列은 觀測資料를 1年씩 이동하여 2年間의 値中 큰것의 値와 2年確率降雨量을 比較하여 발생한 것은 ×를, 발생하지 않은 것은 ○을 A란의 2列의 3~70行에 記入한다. 이와같은 方法으로 A란의 3列에 대하여는 3年間의 觀測値中 가장 큰 値와 3年確率降雨量과를 비교하여 ○, ×를 記入하며 같은 方法으로 表-7을 完成한다. 이 表-7에서 ○와 ×의 數를 計算하여

$$\frac{\bigcirc\text{의 수}}{\bigcirc\text{의 수}+\times\text{의 수}}=\frac{201}{201+2214}=0.08$$

로써 구한 値가 N年間에 N年以上의 降雨가 生起하지 않은 確率이 될 것이다.

다음에 $T=5N$, 即 $5N$ 以上의 降雨가 N年間에 한번도 발생하지 않을 確率에 대해서는 5年 確率의 降雨로 부터 始作되기 때문에 A란에 5, 10, 15,…과 같이 5年마다의 確率年을 쓴다. 따라서 $N=1$일 경우는 A란의 1例과 B란의 1行의 교차한 곳은 5年確率降雨와 No. 1의 觀測値와를 비교하여 발생하고 있는가 않는가를 調査하여 ○, ×를 기입한다. 같은 方法으로 B란의 2行~70行까지 발생여부를 調査한다.

〈表 8〉　　T年 確率降雨와 M年間最大値가 實測値에 있어서 발생하지 않은 確率

지속기간 / T or M / 지점	발생하지 않을 確率												비 고
	年最大 10分降雨量				年最大 1時間降雨量				年最大 1日降雨量				
	N	$5N$	$10N$	$20N$	N	$5N$	$10N$	$20N$	N	$5N$	$10N$	$20N$	
서 울	0.11	0.73	0.85	0.90	0.15	0.73	0.85	0.91	0.08	0.70	0.84	0.90	
	0.42	0.82	0.99	1.00	0.42	0.80	0.88	0.93	0.55	0.86	0.95	0.99	
부 산	0.08	0.70	0.86	0.95	0.26	0.71	0.84	0.89	0.76	0.87	0.95	0.99	
	0.46	0.78	0.93	1.00	0.46	0.79	0.85	0.88	0.55	0.80	0.91	0.95	
대 구	0.13	0.80	0.85	0.94	0.07	0.70	0.82	0.87	0.18	0.78	0.88	0.94	
	0.46	0.85	0.96	1.00	0.45	0.83	0.91	0.97	0.48	0.85	0.89	0.90	
광 주	0.20	0.75	0.83	0.88	0.14	0.71	0.86	0.92	0.17	0.83	0.91	0.94	
	0.54	0.88	0.93	0.81	0.52	0.87	0.92	0.92	0.49	0.83	0.92	0.93	
전 주	0.09	0.84	0.92	0.90	0.12	0.62	0.82	0.90	0.11	0.65	0.80	0.90	
	0.60	0.93	0.98	0.98	0.48	0.81	0.88	0.93	0.50	0.89	0.93	1.00	
평 균 치	0.12	0.76	0.86	0.91	0.15	0.69	0.84	0.90	0.26	0.77	0.88	0.93	
	0.50	0.85	0.96	0.96	0.47	0.82	0.89	0.93	0.51	0.85	0.92	0.95	
일본의 여러 지역 평균치	—	—	—	—	—	—	—	—	0.43	0.83	0.92	0.96	
	—	—	—	—	—	—	—	—	0.46	0.78	0.85	0.90	
이 론 치	0.37	0.82	0.90	0.95	0.37	0.82	0.90	0.95	0.37	0.82	0.90	0.95	上段 (1)式 下段 (2)式
	0.50	0.83	0.91	0.95	0.50	0.83	0.91	0.95	0.50	0.83	0.91	0.95	

註) 上段 : T年 降雨量 以上의 値가 實測資料에 있어서 N年間에 발생하지 않은 確率
下段 : M年間의 最大降雨量 以上의 値가 實測資料에 있어서 그 N年間에 발생하지 않은 確率을 나타내고 있다.

다음에는 $T=5N$이고 $N=2$일 경우는 10年 確率降雨와 觀測値 No. 1과 No. 2中 큰値와 比較하여 발생여부를 A란의 2例과 B란의 2行에 記入한다. 같은 方法으로 B란의 3行~70行까지 발생여부를 調査한다. 以下같은 方法으로 4個地點과 全州地方의 硏究結果[22]를 綜合하여 놓은 것이 表-8이다.

4. M年間 最大降雨量 以上의 値가 觀測期間內에 發生하지 않을 確率

먼저 $M=N$의 경우 $N=1$일때 即 1年間의 最大値가 다음 1年間에 발생하지 않을 確率을 구하여 보면 觀測値 No. 1이 No. 2의 値를 超過하고 있는가 않는가를 調査하면 된다. 다음 No. 1의 値와 No. 3, No. 4, …의 値에 對하여 比較하여 발생여부를 調査한다. 그 다음은 No. 2이하의 資料에 對하여 똑 같은 과정을 되풀이 하여 얻은 결과로 부터 ○와 ×의 數를 세어 발생하지 않은 確率

$$\frac{\bigcirc\text{의 數}}{\bigcirc\text{의 數}+\times\text{의 數}}$$

를 구한다.

다음에는 $M=N$이고 $N=2$의 경우에 대하여는 2年間의 最大値가 다음 2年間에 발생하지 않을 確率을 구한다. 即 No. 1과 No. 2中 큰 것과 No. 3와 No. 4, No. 5와 No. 6, No. 7과 No. 8, …中의 큰 値와 比較하여 발생여부를 調査한다. 같은 方法으로 $M=N$이고 $N=3, 4, \cdots, 10$의 경우에 對하여 발생여부를 調査한다.

다음에 $M=5N$의 경우, 即 $5N$年間의 最大値가 다음 N年間에 超過하지 않을 確率을 구한다. 이 경우는 資料의 No. 1에서 No. 5까지의 最大値와 No. 6以下 最終年까지 1年마다의 資料와 比較하여 발생여부를 調査한다. 이번에는 No. 2~No. 6中의 最大値와 No. 7 以下의 資料에 對하여 발생여부를 調査한다.

$M=5N$이고 $N=2$일 때는 10年間의 最大値와 다음 2年間의 値中 큰쪽의 値와를 比較하여 발생여부를 調査한다. 以下 N=3, 4, 5의 경우와 $M=10N$, $M=20N$일 때도 같은 方法으로 발생여부를 調査한다. 이와같이 해서 얻어진 4個 地點의 結果가 表-9이다.

Ⅳ. 考 察

以上에서 얻어진 T年確率降雨量과 M年最大値가 N

(表 9) M年間 最大値의 特性을 實測資料에 對하여 適用檢討한 結果

구분	지점 \ 지속기간 \ M	N 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	5N 1	2	3	4	5	10N 1	2	3	4	5	20N 1	2	3
年最大 10分降雨量	서울	0.42	0.46	0.41	0.58	0.68	0.70	0.82	0.87	0.86	0.88	0.82	0.94	0.98	1.0	1.0	0.99	1.0	1.0	–	–	1.0	1.0	–
	부산	0.46	0.53	0.53	0.55	0.54	0.50	0.53	0.55	0.63	0.57	0.78	0.88	0.92	1.0	1.0	0.93	1.0	1.0	–	–	1.0	1.0	–
	대구	0.46	0.61	0.57	0.62	0.57	0.59	0.60	0.68	0.71	0.78	0.85	0.93	0.95	0.98	1.0	0.96	1.0	1.0	–	–	1.0	1.0	–
	광주	0.54	0.59	0.59	0.59	0.43	0.38	0.36	0.42	0.29	0.27	0.88	0.85	0.79	0.72	0.27	0.93	0.86	0.7	–	–	0.81	–	–
	전주	0.60	0.69	0.71	0.75	0.71	0.80	0.87	0.80	0.83	0.83	0.93	0.95	1.0	1.0	1.0	0.98	1.0	1.0	1.0	–	0.98	–	–
	평균	0.50	0.58	0.56	0.62	0.59	0.59	0.64	0.66	0.66	0.67	0.85	0.91	0.3	0.94	0.85	0.96	0.97	0.94	1.0	–	0.96	1.0	1
年最大 1時間降雨量	서울	0.42	0.51	0.51	0.53	0.52	0.52	0.48	0.45	0.37	0.38	0.80	0.77	0.78	0.79	0.88	0.89	0.87	1.0	1.0	1.0	0.93	1.0	1.0
	부산	0.46	0.46	0.43	0.42	0.54	0.38	0.23	0.21	0.20	0.19	0.79	0.73	0.65	0.63	0.63	0.85	0.77	0.72	0.73	0.63	0.88	0.78	1.0
	대구	0.45	0.47	0.49	0.52	0.62	0.55	0.55	0.54	0.59	0.62	0.83	0.98	0.86	0.88	0.89	0.91	0.93	0.98	1.0	1.0	0.97	1.0	1.0
	광주	0.52	0.51	0.56	0.58	0.42	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.87	0.80	0.82	0.72	0.62	0.92	0.85	0.7	–	–	0.92	–	–
	전주	0.48	0.43	0.41	0.48	0.45	0.49	0.53	0.52	0.48	0.46	0.81	0.78	0.73	0.81	0.84	0.88	0.87	0.95	1.0	–	0.93	–	–
	평균	0.47	0.48	0.48	0.51	0.51	0.46	0.43	0.42	0.40	0.40	0.82	0.81	0.77	0.77	0.77	0.89	0.86	0.87	0.93	0.88	0.93	0.93	1.0
年最大 1日降雨量	서울	0.55	0.47	0.52	0.47	0.50	0.50	0.54	0.50	0.52	0.52	0.86	0.88	0.87	0.97	0.98	0.93	0.98	1.0	1.0	1.0	0.99	1.0	1.0
	부산	0.55	0.54	0.46	0.48	0.45	0.45	0.45	0.47	0.48	0.47	0.80	0.78	0.56	0.81	0.81	0.91	0.97	1.0	1.0	1.0	0.95	1.0	1.0
	대구	0.48	0.43	0.46	0.45	0.45	0.47	0.46	0.38	0.44	0.43	0.85	0.79	0.77	0.81	0.81	0.89	0.89	0.88	0.97	1.0	0.90	0.99	1.0
	광주	0.49	0.54	0.52	0.48	0.44	0.38	0.35	0.32	0.26	0.29	0.83	0.83	0.73	0.75	0.63	0.92	0.83	0.75	–	–	0.93	–	–
	전주	0.50	0.51	0.65	0.69	0.71	0.71	0.69	0.75	0.71	0.73	0.89	0.90	0.91	0.97	1.0	0.93	0.97	1.0	1.0	–	1.0	–	–
	평균	0.51	0.50	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.48	0.48	0.49	0.85	0.84	0.77	0.86	0.85	0.92	0.93	0.93	0.99	1.0	0.95	1.0	1.0
	일본	0.46	0.41	0.41	0.40	0.40	–	–	–	–	–	0.78	0.75	0.68	0.67	0.66	0.85	0.81	0.79	0.71	0.65	0.90	0.84	0.93
理論値		0.50										0.83					0.91					0.95		

年 동안에 발생하지 않을 確率을 理論的으로, 그리고 觀測資料에 依하여 구하여 보았으며 分析結果를 考察해 보면 다음과 같다.

1) 式(1)은 T年確率降雨가 N年間에 한번도 발생하지 않을 確率이고 式(2)는 M年間의 最大値로 計劃한 경우 그 값이 적어도 N年間의 壽命에 安全이 期待되는 값이다. 여기에서 式(1)과 式(2)에 依하여 計算한 結果値 表-1과 表-2에서, $T=N$과 $M=N$인 경우는 상당한 差異를 보이고 있으나 그 이외에는 그 다지 큰 差異가 없는 것을 알 수 있다.

2) 表-8에서 T年 確率降雨量과 觀測資料의 分析結果를 比較해 보면 年最大 10分, 1時間, 1日 降雨量이 다같이 理論値보다 작은 값을 나타내고 있다. 이것은 T年 確率降雨量이 實測値에 比하여 작은 값을 나타내는 것이라고 생각되며 理論的인 確率分布曲線이 觀測値를 정확하게 fitting하고 있지 않을 것도 하나의 理由라고 생각된다.

또한 全州地方의 研究結果[22]와 比較하여 보면 역시 우리나라 4個地點과 같은 降雨分布特性을 가지고 있음을 알 수 있으며, 日本의 경우[1]는 全體的인 平均으로 보아 理論値와 가까운 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

3) 表-9는 實測資料値에 의하여 M年間 最大値로써 計劃한 경우 N年間 壽命이 安全일 確率을 구하여 整理한 結果이다. 여기에서 降雨持續期間이 年最大 10分 降雨量인 경우를 보면 實測資料에 의한 발생하지 않은 確率이 理値論보다 큰 값을 나타내며, 年最大 1時間 降雨量인 경우는 理論値보다 實測資料에 의한 確率이 작은 값을 나타내고, 年最大 日降雨量의 경우는 理論値와 實測資料에 의한 確率이 거의 비슷한 값을 나타내고 있다. 그러나 全體的으로 볼 때 觀測値가 理論値보다 약간 큰 값을 보이고 있으며 이것은 우리나라의 降雨現象이 異常降雨가 많이 發生하고 있는 것으로 생각된다. 日本의 경우는 오히려 理論値보다 약간 작은 값을 보이고 있는데 이것은 우리나라의 降雨現象과는 相反되는 것으로 降雨現象이 고르게 發生한 結果라고 생각된다.

4) 위의 2),3)項의 結果를 보면 水工構造物을 設計하는데 있어서 計劃降雨量으로 M年間 最大値를 取하는 것이 T年確率降雨量을 取하는 것보다 確率的으로 安全側으로 나타난다고 생각된다.

V. 結 論

水工計劃에서 一般的으로 T年 確率降雨量이 採擇되고 있으나 이것은 計劃量이 T年間 安全하다는 것과는

別個의 問題로서 構造物의 耐久年限의 安全率이 問題로 되고 있다. 따라서 確率降雨量으로 設計設計를 했을 경우 어느 期間동안 安全性을 期待할 수 있는가에 대하여 疑問이 생기고 있으므로 實測資料에 의하여 降雨量의 實際發生確率을 구하여 보는 것은 커다란 意義가 있다고 생각된다.

本 研究에서는 水工計劃에서 T年 確率降雨量과 M年間 最大値中 計劃降雨量으로 取했을 경우 N年間 安全일 確率을 理論値와 實測資料에서 구한値와 比較 檢討하고 日本 및 全州의 研究結果와도 比較하여 本 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) T年 確率降雨量을 計劃降雨量으로 取했을 경우는 實際資料에서 발생하지 않은 確率이 理論値보다 작은 값을 나타내고 있는데 이것은 T年확률강우량이 實測値에 비하여 작은 값을 나타내고 있으며 한편 降雨의 適正分布型이 實測資料와 正確한 fitting이 되고 있지 않기 때문이다.

2) M年間 最大値를 計劃降雨量으로 取한 경우, 우리나라 4個地點과 全州의 全體的인 平均値로 볼 때 實際資料에서 발생하지 않은 確率은 降雨持續時間이 年最大 10分降雨일때는 理論値보다 큰 값을 얻었으며, 年最大 1時間 降雨일때는 理論値보다 약간 작은 값을 얻었고, 年最大 1日 降雨일때는 理論値와 비슷한 값을 얻었다. 이것으로 보아 年最大 10分 降雨에 있어서 상당히 큰 異常 降雨가 자주 發生된다고 생각된다.

한편 日本의 경우는 全體的인 平均値로 볼때 理論値보다 약간 작은 값을 나타내고 있으며 대체로 우리나라의 降雨特性과는 서로 相反되는 傾向을 보여 주었다.

3) 確率的인 面에서 보면 T年 確率降雨量 보다는 M年間 最大値를 計劃降雨量으로 取하는 쪽이 더 안전측으로 나타났다.

参 考 文 獻

1. 高瀨信忠・鈴木秀利, "水文量 發生の 確率論的 特性に 關おる 研究" 日本 土木學會論文報告集 No. 204. (1972.8).
2. Linsley, R.K., M.A. Kohler, and J.L. Paulhus, Applied Hydrology, Mc Graw-Hill Book Co., New York, pp.544~559, 1949.
3. Linsley, R.K., M.A. Kohler, and J.L. Paulhus, Hydrology for Engineers, Mc Graw-Hill Book Co., New York, pp.245~277. 1958.
4. Linsley, R.K. and J.B. Franzin, Water-Resources Engineering, Mc Graw-Hill Book Co., New York, pp.110~134, 1964.
5. Chow. V.T, Handbook of Applied Hydrology. Mc Graw-Hill Book Co., New York. pp.8—2~42. 1964.
6. 安守漢・申應培, 서울地方의 降雨特性에 관한 研究, 大韓土木學會誌 12卷 4號, pp.17~35, 1964.
7. 崔榮博, 嶺南地方의 降雨特性研究, 大韓土木學會誌, 12卷 4號. pp.2~9, 1964.
8. 崔榮博, 朴宗燻, "韓國主要都市의 降雨强度式形의 地域的 特性 研究", 大韓土木學會誌 第14卷 1號, pp.15~29, 1966.
9. 李元煥, "Time Series 考慮與否에 따르는 確率降雨量 變動에 關한 研究", 大韓土木學會誌 第16卷 2號, pp.45~56, 1968.
10. 邊根周, "降雨强度係數法에 의한 確率降雨强度의 算定", 大韓土木學會誌, 第17卷 1號, pp.76~85, 1969.
11. 李元煥, 李吉春, 우리나라 地點雨量資料의 分布型設定에 關한 研究(其 1), 大韓土木學會誌 第19卷 1號, pp.28~40, 1971.
12. 李元煥, 우리나라 地點雨量資料의 分布型設定에 關한 研究(其 2), 大韓土木學會誌 第19卷 2號, pp.19~28, 1971.
13. 尹龍男, 水文記錄分析을 위한 推計學的 方法의 應用에 關한 考察, 韓國水文協會誌, 第4卷 1號, pp.51~58, 1971.
14. 金熙鍾, 韓國河川의 流出에 관한 研究(洛東江流域을 中心으로), 大韓土木學會創立 20周年記念 論文集, pp.148~168, 1972.
15. 金治弘, 水文量 특히 河川流量의 豫測에 관한 考察, 大韓土木學會創立 20周年記念 論文集, pp.165~176, 1972.
16. 李舜鐸, 邊圭淵, 洛東江流域의 洪水頻度分析에 對하여, 大韓土木學會創立 20周年 記念論文集, pp.187~197, 1972,
17. 鄭昌熙, 安希洙, 서울地方의 年降水量과 月降水量의 Anomaly에 관하여, 韓國氣象學會誌 第7卷 1號, pp.1~10, 1971.
18. Linsley. R.K., M.A. Kohler, and J.L. Paulhus, Hydrology for Engineers, Mc Graw-Hill. Book Co, New York, pp.342~349, 1975.
19. 本間人, 昨日屋伸昌, 次元解析, 最小二乘法と 實驗式, コロナ社, pp.138~139, 1953.
20. 李元煥, 우리나라 地點降雨의 水文統計的 特性에 關한 研究, 大韓土木學會誌, 第22卷 1號, 1974.
21. 崔榮博, 水文學, 河川工學(1), 螢雪出版社, p.181 1974.
22. 李正圭, 降雨量發生의 確率論的 特性에 관한 研究. 全北大學校 論文集, 第19輯, 1977.